

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

03703038

⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 3629453 A1

⑯ Int. Cl. 4:  
H02K 7/10  
B 23 B 31/28

⑯ Aktenzeichen: P.36 29 453.5  
⑯ Anmeldetag: 29. 8. 86  
⑯ Offenlegungstag: 10. 3. 88

Behördeneigentum

⑯ Anmelder:

Paul Forkardt GmbH & Co KG, 4000 Düsseldorf, DE

⑯ Vertreter:

Stenger, A., Dipl.-Ing.; Watzke, W., Dipl.-Ing.; Ring, H., Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 4000 Düsseldorf

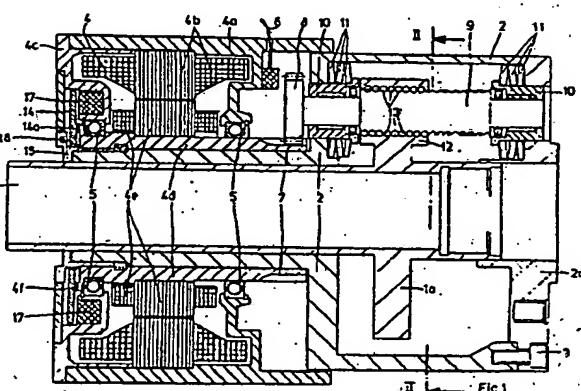
⑯ Erfinder:

Kempken, Rainer, 4006 Erkrath, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Elektromechanische Vorrichtung zum Erzeugen einer Axialkraft für die Betätigung von Spannzeugen

Die Erfindung betrifft eine elektromechanische Vorrichtung zum Erzeugen einer Axialkraft für die Betätigung von Spannzeugen, vorzugsweise von mit der Spindel einer Werkzeugmaschine umlaufenden Spannfuttern, mit einem Stator (4b) und einem Rotor (4e) aufweisenden Elektromotor (4), dessen Relativbewegung zwischen Rotor (4e) und Stator (4b) über ein Stirnradgetriebe und einen Spindeltrieb als Axialbewegung auf eine vorzugsweise hohl ausgebildete Zugstange (1) übertragbar ist. Um bei geringem Bauvolumen die bei der Betätigung auftretenden Reibkräfte herabzusetzen, ist der Rotor (4e) mit einem Ritzel (7) verbunden, in das mindestens ein Zahnrad (8) eingreift, das auf einer axial unverschiebbar in einem Gehäuse (2) gelagerten Spindel (9) befestigt ist, auf der eine Spindelmutter (12) angeordnet ist, die ihrerseits mit der axial beweglich im Gehäuse (2) gelagerten Zugstange (1) verbunden ist.



DE 3629453 A1

DE 3629453 A1

## Patentansprüche

1. Elektromechanische Vorrichtung zum Erzeugen einer Axialkraft für die Betätigung von Spannzeugen, vorzugsweise von mit der Spindel einer Werkzeugmaschine umlaufenden Spannfuttern, mit einem einen Stator und einen Rotor aufweisenden Elektromotor, dessen Relativbewegung zwischen Rotor und Stator über ein Stirnradgetriebe und einen Spindeltrieb als Axialbewegung auf eine vorzugsweise hohl ausgebildete Zugstange übertragbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor (4e) mit einem Ritzel (7) verbunden ist, in das mindestens ein Zahnrad (8) eingreift, das auf einer axial unverschiebbar in einem Gehäuse (2) gelagerten Spindel (9) befestigt ist, auf der eine Spindelmutter (12) angeordnet ist, die ihrerseits mit der axial beweglich im Gehäuse (2) gelagerten Zugstange (1) verbunden ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Gewindeflanken von Spindel (9) und Spindelmutter (12) Wälzkörper (13) angeordnet sind und daß zwischen der Spindel (9) und deren Lagergehäuse (2) eine schaltbare Sperre angeordnet ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Sperre entgegen der Kraft mindestens einer Feder (16) durch einen Elektromagneten (17) ausrückbar ist.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Spindel (9) mit dem Zahnrad (8) gegenüber dem Lagergehäuse (2) bzw. dem Ritzel (7) um einen vorgegebenen Federweg eines zwischen Spindel (9) und Lagergehäuse (2) angeordneten Federspeichers (11) verschiebbar ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Axialverlagerung der Spindel (9) zur Ermittlung der gespeicherten Kraft durch einen Sensor erfaßt wird.

6. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Stator (4b) des Elektromotors (4) in einem mit dem Lagergehäuse (2) der Spindel (9) verbundenen, mit diesem umlaufenden Gehäuse (2b) angeordnet ist, dem die elektrische Energie für den Stator (4b) über eine Schleifringanordnung zugeführt wird.

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine elektromechanische Vorrichtung zum Erzeugen einer Axialkraft für die Betätigung von Spannzeugen, vorzugsweise von mit der Spindel einer Werkzeugmaschine umlaufenden Spannfuttern, mit einem einen Stator und einen Rotor aufweisenden Elektromotor, dessen Relativbewegung zwischen Rotor und Stator über ein Stirnradgetriebe und einen Spindeltrieb als Axialbewegung auf eine vorzugsweise hohl ausgebildete Zugstange übertragbar ist.

Vorrichtungen der voranstehend beschriebenen Art, insbesondere zur Betätigung von mit der Spindel einer Werkzeugmaschine umlaufenden Spannfuttern sind bekannt. Bei einer aus der DE-OS 31 01 301 bekannten Vorrichtung wird eine zentrale, mit dem Zugrohr verbundene Spindel verwendet, die insbesondere im Hinblick auf die hohl ausgebildete Zugstange große Gewindedurchmesser und damit Gewindeabmessungen erfordert, so daß sich nicht nur schwere Konstruktionen er-

geben, sondern wegen der hohen Reibkräfte auch ein besonders großer Elektromotor verwendet werden muß. Außerdem ergibt sich ein komplizierter Vorgang für die Bewegungserzeugung, da die mit dem Rotor des Elektromotors planetenartig verbundenen Zahnräder unterschiedliche Zähnezahlen aufweisen, weil sie einerseits in einem feststehenden Zahnkranz und andererseits in einem drehbar gelagerten Doppelrad abrollen, das seinerseits mit der als Spindelmutter wirkenden Verzahnung versehen ist.

Ausgehend von einer derartigen Vorrichtung liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, sowohl den Raumbedarf als auch das Gewicht zu verringern und gleichzeitig zwecks Herabsetzung der Reibungsverluste die Konstruktion zu vereinfachen, so daß die elektromechanische Vorrichtung auch bei Drehmaschinen mit den heute üblichen hohen Drehzahlen und Spannkräften eingesetzt werden kann.

Die Lösung dieser Aufgabenstellung durch die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor mit einem Ritzel verbunden ist, in das mindestens ein Zahnrad eingreift, das auf einer axial unverschiebbar in einem Gehäuse gelagerten Spindel befestigt ist, auf der eine Spindelmutter angeordnet ist, die ihrerseits mit der axial beweglich im Gehäuse gelagerten Zugstange verbunden ist.

Mit diesem Vorschlag wird der Vorteil erreicht, daß durch die Verwendung einer oder mehrerer, planetenartig die Zugstange umgebender Gewindestindeln sich kleine Gewindedurchmesser ergeben, ein leichter Elektromotor verwendet werden kann und dennoch hohe Axialkräfte erzeugt werden, wobei eine hohle, für die Zufuhr von Werkstücken zum Spannzeug geeignete Zugstange beibehalten werden kann.

Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung können zur Verringerung der Reibungskräfte zwischen den Gewindeflanken von Spindel und Spindelmutter Wälzkörper und zwischen der Spindel und deren Lagergehäuse eine schaltbare Sperre angeordnet werden, die die durch die Verwendung der Wälzkörper entfallende Selbsthemmung im Bedarfsfall ersetzt. Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist die Sperre entgegen der Kraft mindestens einer Feder durch einen Elektromagneten ausrückbar.

Um eine Nachspannwirkung bei Erreichen der vorgegebenen Spannstellung zu erzielen, kann die Spindel erfindungsgemäß mit dem Zahnrad gegenüber dem Lagergehäuse bzw. dem Ritzel um einen vorgegebenen Federweg eines zwischen Spindel und Lagergehäuse angeordneten Federspeichers verschiebbar sein. Dieser Federspeicher wird entsprechend der aufgebrachten Spannkraft und Spannrichtung belastet und hat eine entsprechende geringfügige Verschiebung der Spindel zur Folge.

In Weiterbildung des Hauptgedankens wird mit der Erfindung weiterhin vorgeschlagen, die Axialverlagerung der Spindel zur Ermittlung der gespeicherten Kraft durch einen Sensor zu erfassen, so daß die jeweils erzeugte Axialkraft nicht nur überwacht, sondern im Rahmen des Programms der Werkzeugmaschine auch gezielt angesteuert werden kann.

Bei einer Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Betätigung von mit der Spindel einer Werkzeugmaschine umlaufenden Spannfuttern kann der Stator des Elektromotors entweder stillstehen oder mit dem Gehäuse umlaufen. Im letztgenannten Fall wird mit der Erfindung schließlich vorgeschlagen, den Stator des Elektromotors in einem mit dem Lagergehäuse der

Spindel verbundenen, mit diesem umlaufenden Gehäuse anzuordnen, dem die elektrische Energie für den Stator über eine Schleifringanordnung zugeführt wird.

Auf der Zeichnung sind zwei Ausführungsbeispiele der erfundungsgemäßen Vorrichtung dargestellt, und zwar zeigen:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch eine erste Ausführungsform,

Fig. 2 einen Querschnitt gemäß der Schnittlinie II-II in Fig. 1 und

Fig. 3 einen der Fig. 1 entsprechenden Längsschnitt durch eine zweite Ausführungsform.

Die in den Fig. 1 bis 3 dargestellten beiden Ausführungsbeispiele dienen zur Erzeugung einer Axialkraft für die Betätigung eines mit der Spindel einer Werkzeugmaschine umlaufenden Spannfutters, das mit einer zentralen Bohrung für die zuzuführenden Werkstücke versehen ist. Das Antriebsglied dieses auf der Zeichnung nicht dargestellten Spannfutters wird mit einer hohl ausgebildeten Zugstange 1 verbunden, die axial beweglich in einem Gehäuse 2 gelagert ist. Dieses Gehäuse 2 ist durch einen Gehäusedeckel 2a verschlossen, der mittels mehrerer Schrauben 3 befestigt wird und somit zum Gehäuse 2 gehört.

Die Axialbewegung der Zugstange 1 gegenüber dem Gehäuse 2 wird durch einen Elektromotor 4 erzeugt, dessen in einem Motorgehäuse 4a angeordneter Stator 4b auch bei umlaufender Spindel und damit Zugstange 1 feststeht. Zu diesem Zweck ist das Motorgehäuse 4a ebenso wie ein zugehöriger Motordeckel 4c über Kugellager 5 auf der Motorwelle 4d gelagert, die den Rotor 4e des Elektromotors 4 trägt. Die Anschlußleitungen 6 für den Stator 4b sind aus dem feststehenden Motorgehäuse 4a herausgeführt, wie dies die Fig. 1 zeigt.

Die den Rotor 4e des Elektromotors 4 tragende Motorwelle 4d ist an ihrem abtriebsseitigen Ende zu einem Ritzel 7 ausgebildet, in das bei den beiden Ausführungsbeispielen ein Zahnrad 8 eingreift. Für den Fall, daß höhere Spannkräfte übertragen werden sollen, können mehrere derartige Zahnräder 8 möglichst gleichmäßig über den Umfang verteilt angeordnet werden.

Das Zahnrad 8 ist auf einer im wesentlichen axial unverschiebbar im Gehäuse 2 bzw. Gehäusedeckel 2a gelagerten Spindel 9 befestigt. Bei beiden Ausführungsbeispielen ist diese Spindel 9 an ihren Enden jeweils über ein radiales Nadellager und ein axiales Kugellager in einem Lagergehäuse 10 gelagert. Jedes Lagergehäuse 10 ist entsprechend dem Federweg eines Federspeichers 11 geringfügig gegenüber dem Gehäuse 2 bzw. Gehäusedeckel 2a verschiebbar. Die entsprechend begrenzte Relativbewegung zwischen dem Zahnrad 8 und dem Ritzel 7 wird durch eine geeignete Ausbildung der Verzahnungen möglich. Bei beiden Ausführungsbeispielen bestehen die Federspeicher 11 jeweils aus drei Tellerfedern.

Auf der Spindel 9 ist eine Spindelmutter 12 angeordnet, wobei zwischen den Gewindeflanken von Spindel 9 und Spindelmutter 12 beim ersten Ausführungsbeispiel Wälzkörper 13 angeordnet sind. Diese beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 als Kugeln ausgebildeten Wälzkörper 13 machen das Spindelgewinde zu einem nicht selbsthemmenden Wälzgewinde, so daß bei dieser Ausführungsform eine schaltbare Sperre vorgesehen werden muß. Die Spindelmutter 12 ist — beim Ausführungsbeispiel durch einstückige Ausbildung — mit der Zugstange 1 verbunden, so daß die vom Elektromotor 4 erzeugte Axialbewegung der Spindelmutter 12 zugleich eine Axialbewegung der Zugstange 1 zur Folge hat.

Die schaltbare Sperre besteht beim dargestellten Ausführungsbeispiel aus einer Druckplatte 14, die unverdrehbar, jedoch begrenzt in axialer Richtung verschiebbar auf einer Lagerplatte 15 angeordnet ist, die ihrerseits unverdrehbar mit dem Gehäuse 2 verbunden ist. Die Druckplatte 14 ist mit einer Stirnverzahnung 14a versehen, die in eine entsprechende Stirnverzahnung 4f an der Motorwelle 4d des Elektromotors 4 eingreift. Dieser Zahneingriff wird im Normalfall durch Druckfedern 16 erzeugt, die zwischen der Lagerplatte 15 und der Druckplatte 14, über den Umfang verteilt, angeordnet sind. Durch den Zahneingriff zwischen den Stirnverzahnungen 4f der Motorwelle 4d und der Stirnverzahnung 14a der auf der Lagerplatte 15 unverdrehbar gehaltenen Druckplatte 14 wird sichergestellt, daß keine unbeabsichtigte Verdrehung der Motorwelle 4d gegenüber dem Gehäuse 2 erfolgt, auch wenn durch die Wälzkörper 13 der Spindelantrieb keine Selbsthemmung hat.

Sobald eine gezielte Verstellung erfolgen soll, wird die Druckplatte 14 entgegen der Kraft der Druckfedern 16 durch eine Magnetspule 17 in Fig. 1 so weit nach links verschoben, daß die Stirnverzahnungen 4f und 14a außer Eingriff gelangen. Beim dargestellten Ausführungsbeispiel wird dies durch eine abstoßende Wirkung der Magnetspule 17 erreicht, die im Motordeckel 4c angeordnet ist.

Nach dem Betätigen der voranstehend beschriebenen schaltbaren Sperre wird zur Axialverstellung der Zugstange 1 der Elektromotor 4 eingeschaltet. Hierdurch führt der Rotor 4e gegenüber dem Stator 4b eine Drehbewegung aus, die ein Verdrehen des Zahnrades 8 gegenüber dem Gehäuse 2 zur Folge hat. Sollte hierbei die auf der Zeichnung nicht dargestellte Spindel mit der Zugstange 1 und mit dieser das Gehäuse 2 umlaufen, muß die zur Verstellung der Zugstange 1 herangezogene relative Drehbewegung des Rotors 4e gegenüber dem Stator 4b zu der Drehbewegung hinzukommen, die der Rotor 4e aufgrund der Spindeldrehung bereits gegenüber dem stillstehenden Stator 4b ausführt.

Die Differenzdrehzahl, die ein Drehen der Spindel 9 bewirkt, verursacht über die Wälzkörper 13 eine Axialverlagerung der Spindelmutter 12 gegenüber der Spindel 9. Die in einem mit der Zugstange 1 verbundenen Lagerflansch 1a angeordnete Spindelmutter 12 bewirkt auf diese Weise ein axiales Verschieben der Zugstange 1.

Aufgrund der von der Zugstange 1 auf ein nicht dargestelltes Spannfutter ausgeübten Spannkraft wird je nach Spannrichtung einer der beiden Federspeicher 11 belastet. Entsprechend dessen Federkennlinie erfolgt eine geringfügige Axialverschiebung des Lagergehäuses 10 gegenüber dem Gehäuse 2 bzw. dem Gehäusedeckel 2a, wobei die im Federspeicher 11 gespeicherte Kraft eine entsprechende Nachspannwirkung für das Spannfutter erzeugt. Die Axialverlagerung der Spindel 9 gegenüber dem Gehäuse 2 kann zur Ermittlung der in einem der Federspeicher 11 gespeicherten Kraft mittels eines geeigneten Sensors erfaßt werden.

Das zweite, in Fig. 3 anhand eines Längsschnittes dargestellte Ausführungsbeispiel unterscheidet sich dadurch von der voranstehend beschriebenen Ausführung, daß auch der Stator 4b des Elektromotors 4 bei umlaufender Spindel, d.h. umlaufender Zugstange 1 mit umläuft. Aus diesem Grunde ist der Stator 4b nicht in einem separaten Motorgehäuse 4a, sondern in einer entsprechenden Gehäuseverlängerung 2b des Gehäuses 2 angeordnet, die durch den Motordeckel 4c stirnseitig verschlossen wird. Um die durch die Anschlußleitung 6 dem

Elektromotor 4 zuzuführende Energie dem umlaufenden Stator 4b zuführen zu können, ist ein mit Schleifringen 18a versehener Schleifringträger 18 vorgesehen, der mittels eines Kugellagers 19 auf der Motorwelle 4d gelagert ist und bei einem Umlauf der Vorrichtung feststeht. Über federbelastete Schleifingschuhe 20, die im Motordeckel 4c angeordnet sind, wird die Energie von den Schleifringen 18a abgenommen und dem Stator 4b zugeführt.

Beim zweiten Ausführungsbeispiel ist das Gewinde zwischen Spindel 9 und Spindelmutter 12 als selbsthemmendes Gleitgewinde ausgeführt, so daß in diesem Fall auf die Anordnung einer schaltbaren Sperre verzichtet werden kann.

5

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

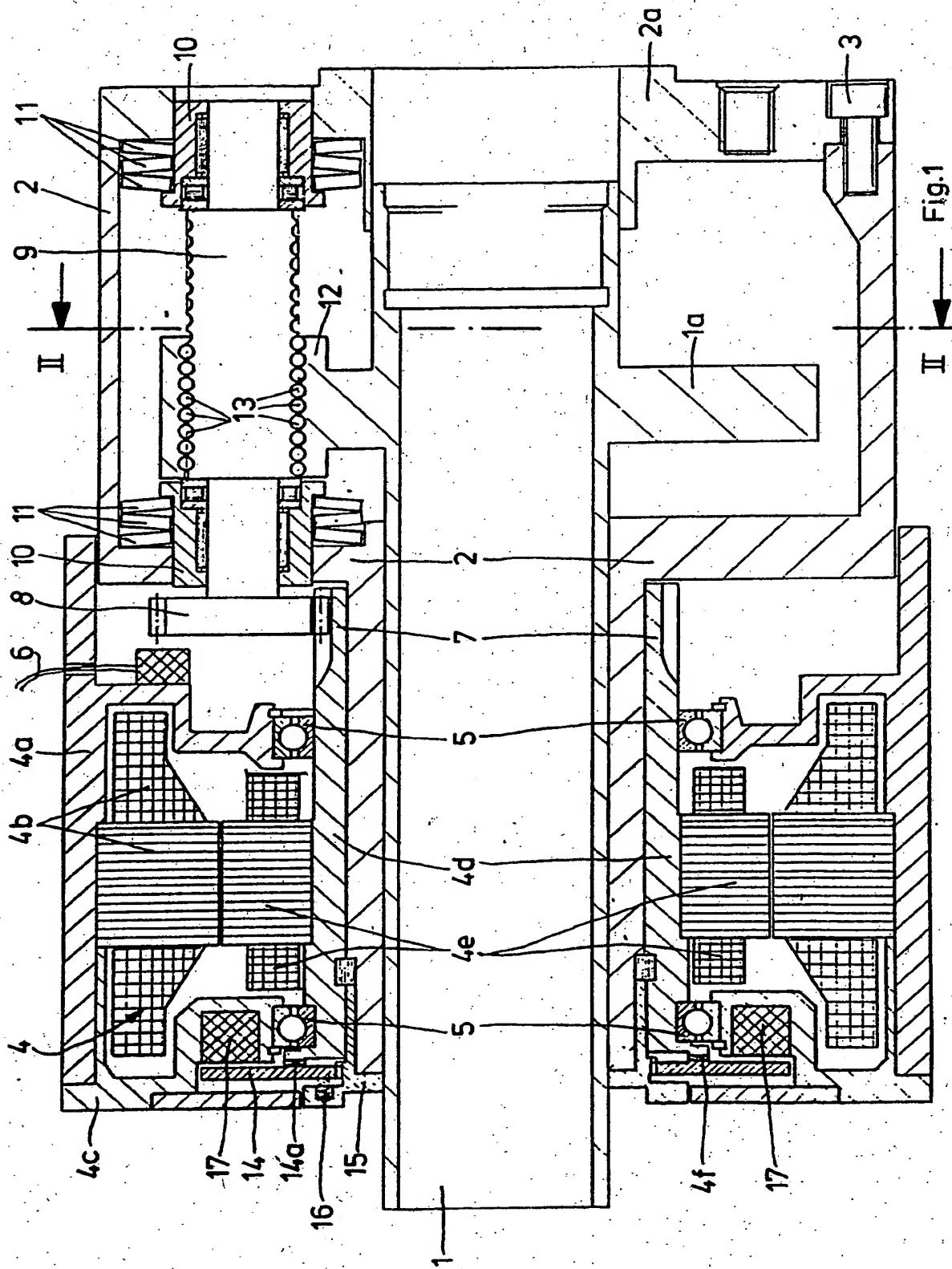
Bezugsziffernliste:

- 1 Zugstange
- 1a Lagerflansch
- 2 Gehäuse
- 2a Gehäusedeckel
- 2b Gehäuseverlängerung
- 3 Schraube
- 4 Elektromotor
- 4a Motorgehäuse
- 4b Stator
- 4c Motordeckel
- 4d Motorwelle
- 4e Rotor
- 4f Stirnverzahnung
- 5 Kugellager
- 6 Anschlußleitung
- 7 Ritzel
- 8 Zahnrad
- 9 Spindel
- 10 Lagergehäuse
- 11 Federspeicher
- 12 Spindelmutter
- 13 Wälzkörper
- 14 Druckplatte
- 14a Stirnverzahnung
- 15 Lagerplatte
- 16 Druckfeder
- 17 Magnetspule
- 18 Schleifringträger
- 18a Schleifring
- 19 Kugellager
- 20 Schleifingschuh

**— Leerseite —**

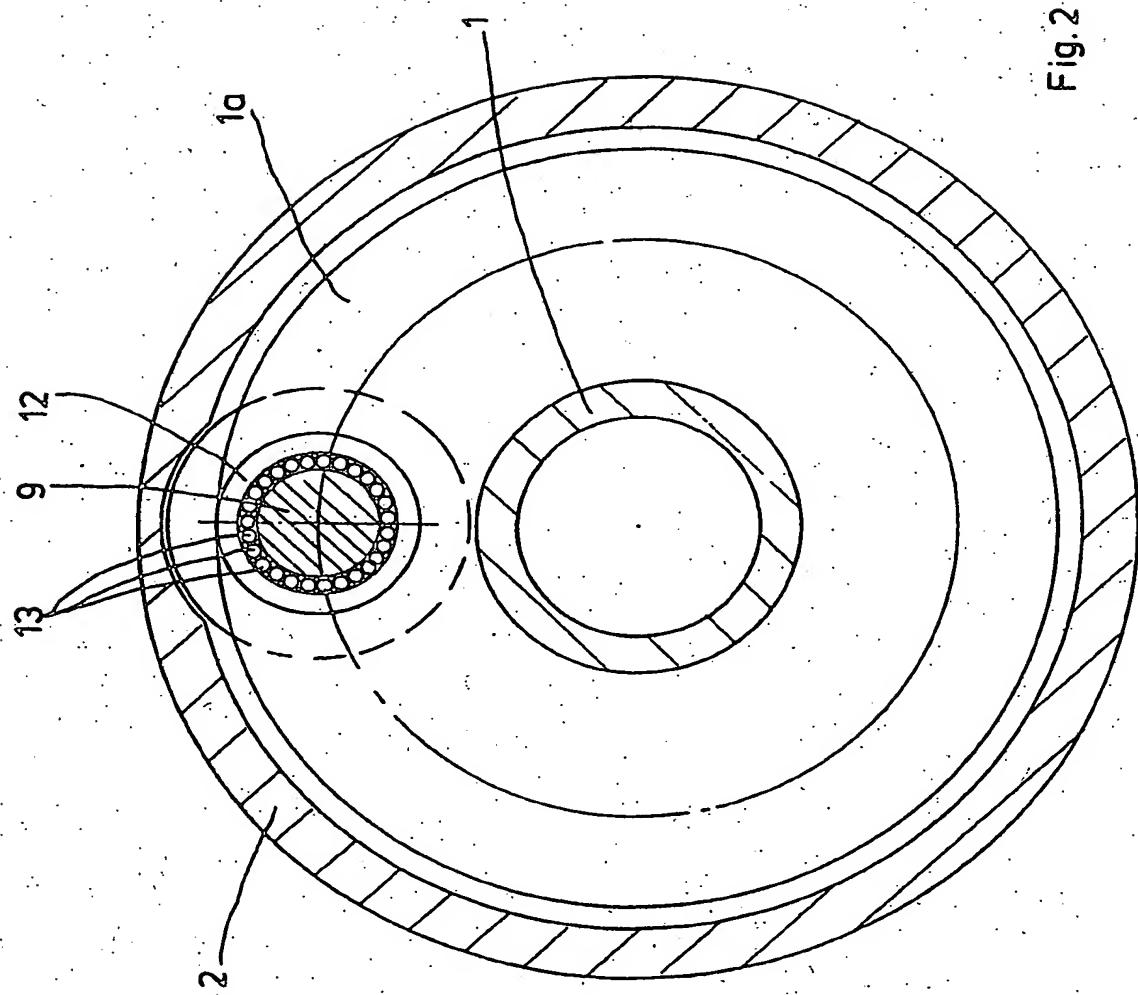
3629453

Erl. 12.1.1  
Nummer: 36 29 453  
Int. Cl. 4: H 02 K 7/10  
Anmeldetag: 29. August 1986  
Offenlegungstag: 10. März 1988



3629453

Fig. 2



3629453

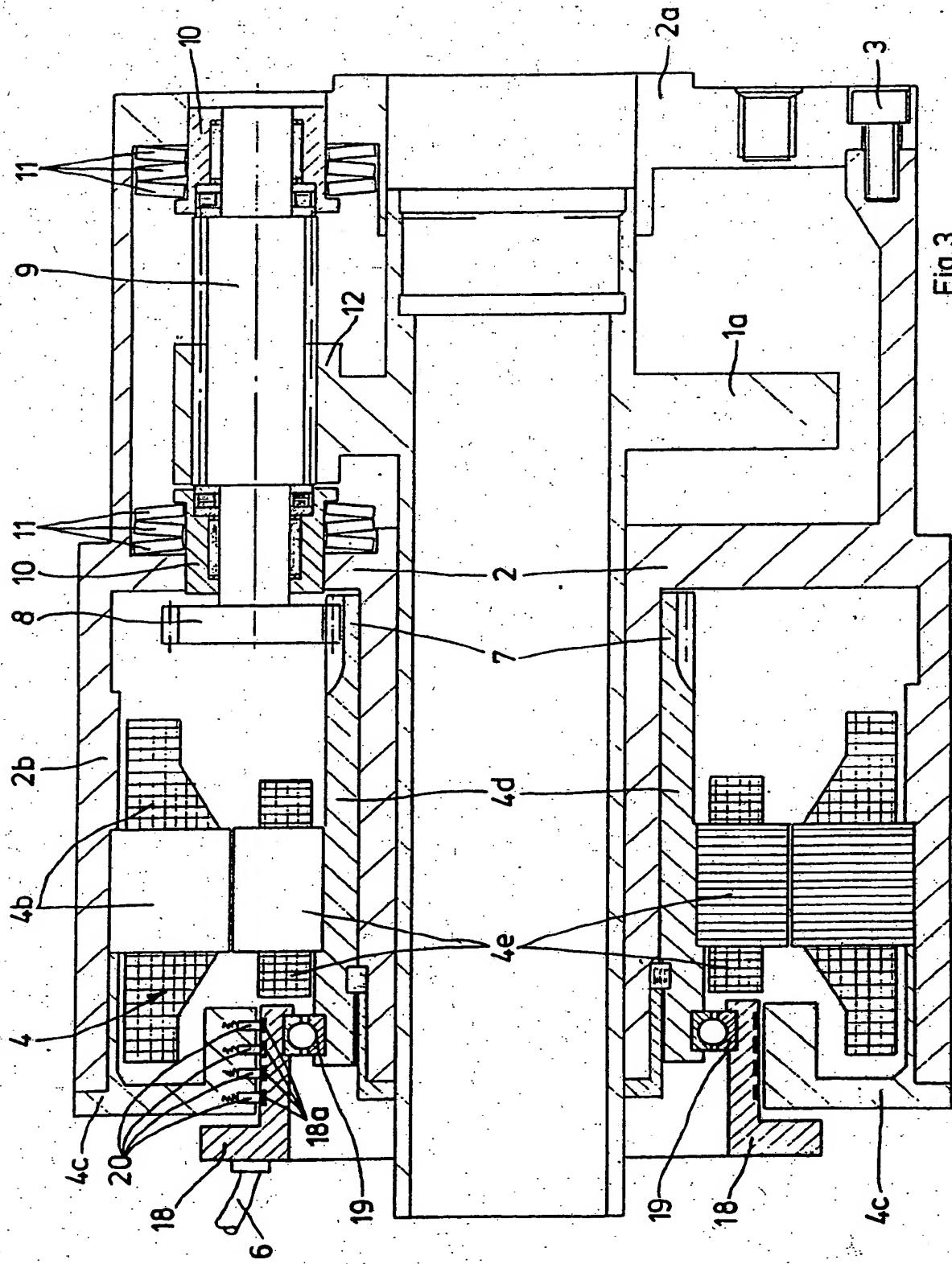


Fig. 3